四元體稻的染色體行動之研究

（豫　報）

謝　順　景

一、緒　言

四元體稻最初由中森氏（1933）發現，其後盛永（1936）福島（1937）Jones（1941）亦有類似之研究報告發表，而應用秋水仙精處理以育成四元體稻之方法，亦爲育種學者所樂用。唯四元體稻結實率甚低，生長力亦低弱，如欲達到經濟上之利用，尙待不斷之努力。

據盛永及福島兩氏之研究結果謂，由於細胞之不同，其四價染色體之數目亦不同，其平均數目爲八至九個。四價染色體在普通之情形下，大多數在減數分裂後期行均等分離。

四元體稻之一般特質已述於上，但爲探知其變異與雜種之性質，以及爲考察四元體之育種價值，臺灣省立農學院岡彥一教授曾用所蒐集自東亞各地之水稻品種，以秋水仙精（Colchicine）處理育成多數四元體之系統，且曾作其系統間之交配。據岡氏之研究結果（未發表），認爲生長之良否及結實率之高低，依其原品種之不同而有顯著的差異，且有生長旺盛者其結實率亦高的傾向。此種四元體品種間之第一代雜種，雖依其双親品種而不同，但有時可發現有顯著的雜交優勢及結實率甚高之雜種。此種雜種之第二代常有複雜的分離，且其優勢之程度及結實率之高低，亦依其個體而不同。因此此種四元體並非所謂之異源四元體(Allo-tetraploid)。在此等四元體品種與雜種之間，假如有顯著之生理差異時，對於其間之染色體行動，可推想到可能存有某種之差異。

對本問題爲求進一步之認識，筆者利用由不同品種所育成的同源四元體若干系統及其間之第一代雜種，調查其花粉母細胞分裂中之染色體行動。結果得知染色體接合之程度依各系統而稍微不同，且四元體雜種之多價接合有較同源四元體爲少之傾向。

本研究自1950年5月至1951年4月之間於臺灣省立農學院稻作研究室進行，其間承蒙恩師岡彥一教授供給材料，詳加指導校閱，並多方協助，謹此敬致謝忱。刊印前承省農業試驗所繆進三先生多賜指敎並校閱，茲深表謝意。

二、材料及方法

本研究所用之四元體稻各系統，係將岡敎授自東亞各地方所蒐集的稻品種中，用秋水仙精法（於幼芽之第一中莖處理 Lanolin Paste）所育成的同源四元體（Auto-tetraploid)。其育成法係在處理當代，在穗上選擇現出 Chimera 而在外表上可推想爲四元體之谷粒，復再選出其後代的四元體，然後繁殖之。此等四元體雖依系統而不同，但其結實率低者概爲多。此等系統間的第一代雜種亦曾用爲材料。其系統間的交配因双親之不孕性而困難，因此當行第一代雜交時，爲儘量避免母本之受傷起見，用加茂氏法除雄，而愼重授予容易飛散之花粉。

今將四元體稻各系統及雜種之原品種產地及性質，秋水仙精（Colchicine）處理時間，以及處理後之世代數等示於第一表。

第一表(a)染色體觀察材料原品種名、世代數、結實率等。

四元體品種	原品種名	產地	品種群	世代數	播種～出穗	結實率	稈長 (cm.)	固定號碼	固定年月日
R1 1a-2	70ª Sóm câu	中南半島	大陸型	2	2,16～6,20 1949	13%	128	.	
J108 3-2-1-3-1'	白　殼	臺　灣	〃	5	1,21～5,18 1950	30% 28.0%			

J108 3-2-1-3-14	白穀	臺灣	大陸型	5		4.5%			
T130 1b-1-1-1	短廣花螺	〃	〃	4	7,19~10,20 1950	0%		161	10,22 1950
P221 2a-1-5	Malaghit Sinaguing	Philippine	〃	3	1,21~6, 2 1950	11%	140		
U244 2c-2	Balid	〃	熱帶島型	2	1,21~5,31 1950	3%	115	148	10,22 1950
Q325 1c-1	Kaniranga	Indonesia	〃	2	1,20~5,23 1949	21%	130		
P414 4a-4-12-0-0	P. T. B. 10	印度	大陸型	5	7,12~10,2 1950	9%		169	11, 7 1950
J415 2-12	A. D. T. 4	〃	〃	2	3,12~6,28 1948	26.4% 36.1%	147		
P419 1a-1-1-1-2	P. T. B. 7	〃	〃	5	1,21~5,22 1950	22%	72		
O521 1d-2-8-5-1	吉神	日本	溫帶島型	5	7,12~9, 9 1950	1%	30	131	9,30 1950
O521 1d-2-14	〃	〃	〃	3	7,13~9, 8 1949	16.7%			
J563 5-2-7	木下糯	〃	〃	3	3,12~5,26 1948	23%	83	48	5,28 1948
J563 5-3-2	〃	〃	〃	3	3,12~5,30 1948	12%	77	59	5,28 1948
J563 5-3-3	〃	〃	〃	3	3,12~5,29 1948	23%	89	47	5,21 1948
J563 5-2-7-1-32	〃	〃	〃	5	3,25~6, 7 1950	24.2%			
L647 2-7	Padi ase banda	Celebes	〃	2		38.9%			
L647 2-12-8-1	〃	〃	〃	4	7,12~9,22 1950	24%	95	115	5, 1 1950

第一表(b)

四元體雜種	交配時期	結實率	F_1正常花粉率%	播種~出穗	稈長 (cm.)	固定號碼	固定年月日
L 647 2-7 × J 415 2-12	5,13 1949	76%	89	7,13~9,19 1949	131	106	5,17 1950
O 521 1d-2-14 × R1 1a-2	9,10 1949	56%	92	1,21~5, 7 1950	121	136	9,30 1950
J 563 5-2-7-1-32 × P 221 2a-1-5	6,13 1950	34%	84	7,19~9,23 1950	116	142	10,11 1950
J 108 3-2-1-3-1' × J 419 1a-1-1-1-2	5,25 1950	5%	69	7,19~10,10 1950	149	178	11,13 1950
J 108 3-2-1-3-14 × Q 325 1c-1 F3 10-1, 12-1, 23-1	5,28 1949	17%~51% ($F_1$36%)	($F_1$78%)	7,12~10,5-15 1950		163 164 165	10,29 1950

栽培於農學院試驗田內上記四元體系統中在相當於減數分裂之時期採取幼穗，以Bouin 氏液固定其小花。所固定的材料用石蠟埋漬法(Paraffin method)作成15~20μ厚之切片，然後用Heidenhein's-iron alum Haematoxylin 法染色。花粉母細胞略以2000倍之倍率而觀察之。

三、觀察結果

(1) 減數分裂過程之一般觀察

分裂初期即細長期 (Leptoten stage)與二重期(Diploten stage) 間之染色體行動之詳細觀察較爲困難，但並認不出特別有異常之現象。在減數分裂中之染色體行動主要觀察於肥厚期 (Diakinesis) 與第一中期 (Ist metaphase) 之兩期。於 Diakinesis 可認出之染色體數目，均爲 13~20 個，其大小頗富有變異，其形態亦甚複雜。此種現象可能基於因染色體不同，而可以形成四價、三價、二價及單價等染色體之緣故。如後述四價、三價、二價及單價染色體之觀察，大部分基於其大小及形狀等特徵而區別之。在 Diakinesis 時常可認出似乎由兩個二價與細絲連結而成的四價染色體。此種現象可能係因此期頗富有反撥力(Repulsion), 以致染色體形成末端接合 (Terminal association), 而使兩個染色體連結於一處之緣故。此種四價染色體可能在中期以前即行分離，而成爲兩個二價染色體。

肥厚期以後染色體之形狀，隨收縮 (Contraction) 之進行而漸次近似球形。Prometaphase 之各染色體因互相接近，時常呈現似乎所有之染色體皆行四價接合之形狀。

且時常可認出二價染色體互相接合而顯示二次接合 (Secondary paring) 之現象，因此與眞正之四價有時頗難區別。

(2) 各種接合型之頻度

如上所述，在 Diakinesis 及第一中期可以認出四價、三價、二價及單價染色體，但其數目在同一藥囊內，互相近隣的花粉母細胞間亦不相同，即接合之狀態可能因機會之不同而容易變化，以致形成數目不同之多價染色體。關於依系統之不同，其接合之趨勢是否有差異存在之點，首先將在 Diakinesis 所觀察的各種接合頻度示於第二表。

由第二表可知，染色體的大部分爲四價或二價，而三價及單價則較少。又可知同源四元體之接合狀態依其系統而不同，其各品種之接合型概於 11Ⅳ+2Ⅱ 與 7Ⅳ+10Ⅱ 之間者爲多，而四元體雜種之接合型，則在 9Ⅳ+6Ⅱ 與 5Ⅳ+1Ⅲ+10Ⅱ+5Ⅰ 之間者爲多。同時由此可看出，雜種之多價接合較同源四元體爲少。

於 Diakinesis, 時常可認出 Chain 型之四價及三價染色體，其發生之頻度據調查之結果，F_1雜種較同源四元體有稍多之傾向。

第三表係於第一中期所觀察之染色體各種接合頻度調查之結果。由第三表可知，在第一中期亦與 Diakinesis 同樣，染色體之接合依品種而不同，且多價接合有四元體雜種較其親本之同源四元體爲少的傾向。

基於上記之觀察，將在肥厚期及第一中期所觀察之各系統及 F_1 雜種之四價染色體頻度整理爲第四表。

第2表　Diakinesis 之染色體各種接合型之頻度

接合型＼種別	四元體品種							品種間 F_1 雜種					計
	L647 2-12 -8-1	O521 1d-2- 8-5-1	U244 2c-1	P414 4a-4 -12	J563 5-2- 7	J563 5-3- 2	J563 5-3- 3	O521 × R1	J563 × P221	J108 × P419	J108 × Q325 10-1F_3	J108 × Q325 12-1F_3	
12Ⅳ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11Ⅳ+2Ⅱ	3	—	1	—	—	3	1	—	—	—	—	—	8
10Ⅳ+4Ⅱ	7	4	3	1	4	6	5	—	—	—	—	—	30
10Ⅳ+1Ⅲ+2Ⅱ+1Ⅰ	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	3
10Ⅳ+3Ⅱ+2Ⅰ	—	—	3	—	—	—	1	—	—	—	—	—	4
10Ⅳ+2Ⅱ+4Ⅰ	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
9Ⅳ+6Ⅱ	7	1	12	3	6	3	6	5	1	1	7	1	53
9Ⅳ+5Ⅱ+2Ⅰ	—	—	2	1	2	1	3	1	—	—	—	—	10
9Ⅳ+3Ⅱ+6Ⅰ	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
9Ⅳ+2Ⅲ+3Ⅱ	—	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—	—	3
9Ⅳ+1Ⅲ+4Ⅱ+1Ⅰ	—	—	4	—	—	1	—	2	—	—	1	—	8
9Ⅳ+4Ⅱ+4Ⅰ	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
8Ⅳ+8Ⅱ	11	7	5	1	3	1	3	17	3	3	19	4	77
8Ⅳ+7Ⅱ+2	3	1	3	1	—	—	—	—	—	—	3	—	11
8Ⅳ+6Ⅱ+4Ⅰ	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
8Ⅳ+2Ⅲ+5Ⅱ	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2
8Ⅳ+2Ⅲ+3Ⅱ+4Ⅰ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
8Ⅳ+1Ⅲ+6Ⅱ+1Ⅰ	4	2	—	1	—	1	4	1	—	1	3	—	17
7Ⅳ+10Ⅱ	7	2	1	2	2	—	5	12	2	1	13	1	48
7Ⅳ+9Ⅱ+2Ⅰ	5	—	—	—	—	—	2	—	—	—	3	—	10
7Ⅳ+1Ⅲ+7Ⅱ+3Ⅰ	2	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	4
7Ⅳ+1Ⅲ+8Ⅱ+1Ⅰ	2	—	—	1	—	—	—	4	1	1	5	—	14
7Ⅳ+2Ⅲ+6Ⅱ+2Ⅰ	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
7Ⅳ+2Ⅲ+7Ⅱ	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	3
6Ⅳ+12Ⅱ	1	2	—	—	—	—	—	6	7	2	3	2	23
6Ⅳ+2Ⅲ+9Ⅱ	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	2
6Ⅳ+2Ⅲ+8Ⅱ+2Ⅰ	3	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—	6
6Ⅳ+1Ⅲ+10Ⅱ+1Ⅰ	1	1	—	—	—	—	—	1	—	1	2	—	6
6Ⅳ+11Ⅱ+2Ⅰ	1	—	—	—	—	—	—	1	1	2	—	1	6
5Ⅳ+14Ⅱ	—	—	—	—	—	—	—	2	2	1	5	—	10
5Ⅳ+2Ⅲ+11Ⅱ	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
5Ⅳ+1Ⅲ+12Ⅱ+1	—	1	—	—	—	—	—	1	—	1	4	1	8
5Ⅳ+1Ⅲ+10Ⅱ+5Ⅰ	—	1	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	3
5Ⅳ+13Ⅱ+2Ⅰ	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4Ⅳ+16Ⅱ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2
4Ⅳ+15Ⅱ+2Ⅰ	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	2
4Ⅳ+1Ⅲ+14Ⅱ+1Ⅰ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
3Ⅳ+18Ⅰ	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
3Ⅳ+2Ⅲ+14Ⅱ+2Ⅰ	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
觀察總數	61	24	37	12	19	18	30	65	19	14	74	11	3

第3表　Metaphase 之染色體各種接合型之頻度

種別 / 接合型	四元體品種						品種間 F_1 雜種							計
	L647 2-12 8-1	O521 1d-2 8-5-1	T130 1b-1 -1-1	P414 4a-4 -12	J563 5-3-2	J563 5-3-3	O521 × R1	J563 × P221	J108 × P419	L647 × J415	J108 × Q325 10-1 F_3	J108 × Q325 23-1 F_2	J108 × Q325 12-1 F_2	
12Ⅳ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11Ⅳ+2Ⅱ	3	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	5
10Ⅳ+4Ⅱ	5	6	1	—	3	2	—	—	—	1	—	—	—	18
10Ⅳ+3Ⅱ+2Ⅰ	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
9Ⅳ+6Ⅱ	6	3	2	—	1	—	1	—	1	3	1	1	—	19
9Ⅳ+5Ⅱ+2Ⅰ	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
9Ⅳ+2Ⅲ+3Ⅱ	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
9Ⅳ+1Ⅲ+4Ⅱ+1Ⅰ	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
8Ⅳ+8Ⅱ	18	7	—	—	1	—	7	—	3	7	8	1	—	52
8Ⅳ+7Ⅱ+2Ⅰ	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
8Ⅳ+1Ⅲ+6Ⅱ+1Ⅰ	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3
8Ⅳ+1Ⅲ+5Ⅱ+3Ⅰ	—	—	1	—	—	—	—	1	—	1	1	—	—	4
8Ⅳ+6Ⅱ+4Ⅰ	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
7Ⅳ+10Ⅱ	15	6	3	—	1	4	10	1	6	10	5	4	3	68
7Ⅳ+9Ⅱ+2Ⅰ	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	3
7Ⅳ+2Ⅲ+6Ⅱ+2Ⅰ	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
7Ⅳ+1Ⅲ+8Ⅱ+1Ⅰ	2	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	4
7Ⅳ+1Ⅲ+7Ⅱ+3Ⅰ	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
7Ⅳ+1Ⅲ+6Ⅱ+5Ⅰ	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
6Ⅳ+12Ⅱ	8	7	2	2	—	—	4	1	8	9	8	5	1	55
6Ⅳ+1Ⅲ+10Ⅱ+1Ⅰ	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	5
6Ⅳ+1Ⅲ+9Ⅱ+3Ⅰ	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
6Ⅳ+10Ⅱ+-4Ⅰ	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
6Ⅳ+11Ⅱ+2Ⅰ	3	—	—	—	—	—	1	—	1	1	1	1	1	9
5Ⅳ+14Ⅱ	3	4	2	—	—	—	4	1	3	4	5	2	3	31
5Ⅳ+2Ⅲ+11Ⅱ	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
5Ⅳ+1Ⅲ+12Ⅱ+1Ⅰ	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
5Ⅳ+1Ⅲ+11Ⅱ+3Ⅰ	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	2
5Ⅳ+13Ⅱ+2Ⅰ	1	—	—	—	—	—	1	—	—	3	—	—	—	5
5Ⅳ+12Ⅱ+4Ⅰ	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
4Ⅳ+16Ⅱ	4	—	1	—	—	—	2	—	5	—	2	—	1	15
4Ⅳ+1Ⅲ+14Ⅱ+1Ⅰ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
4Ⅳ+2Ⅲ+12Ⅱ+2Ⅰ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
4Ⅳ+14Ⅱ+4Ⅰ	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4Ⅳ+1Ⅲ+13Ⅱ+3Ⅰ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
3Ⅳ+18Ⅱ	1	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	3	—	7
2Ⅳ+20Ⅱ	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	1	5
2Ⅳ+19Ⅱ+2Ⅰ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
1Ⅳ+20Ⅱ+8Ⅰ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
1Ⅳ+22Ⅱ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
觀察總數	84	38	15	2	7	8	33	4	31	45	37	20	12	336

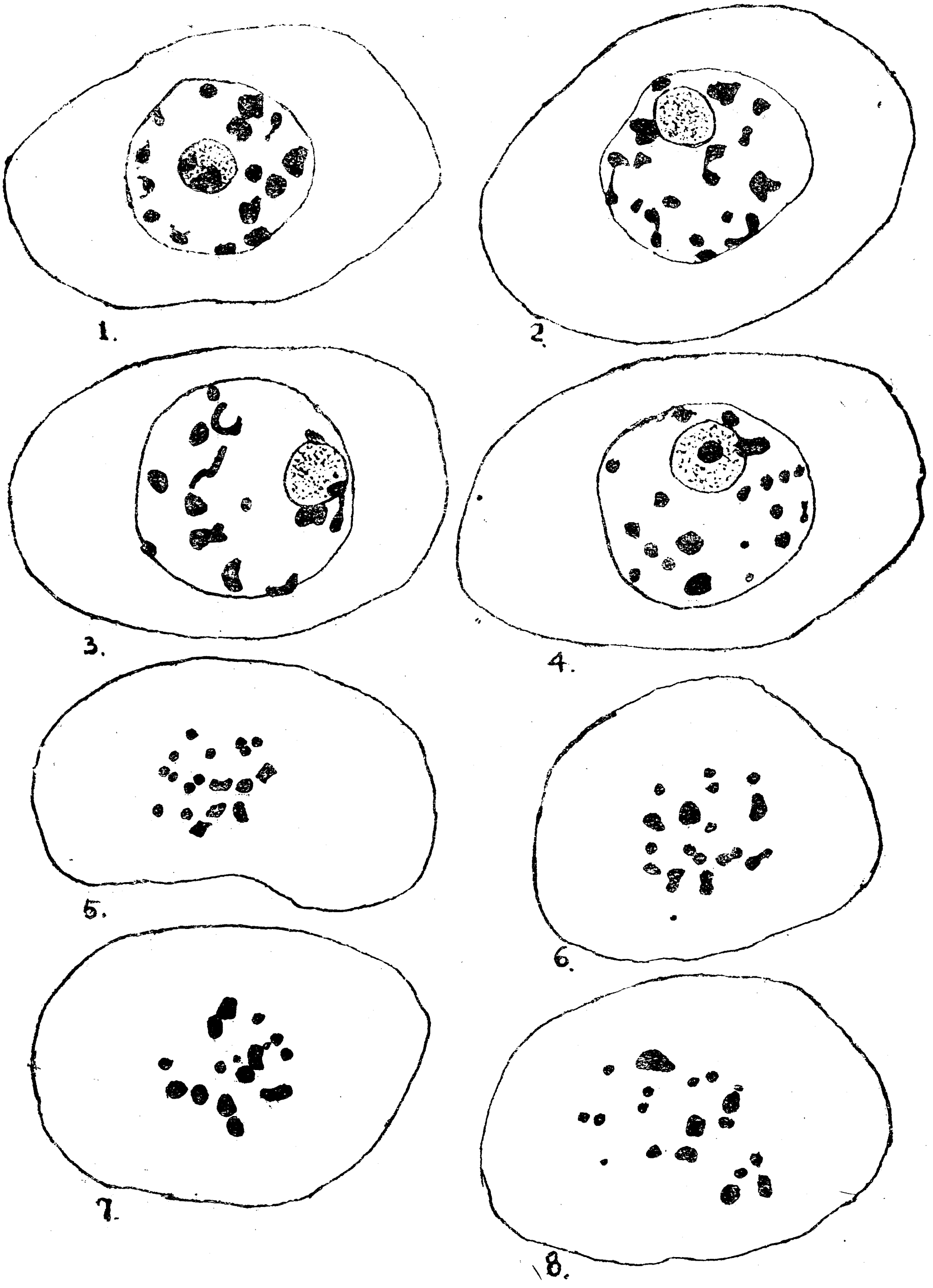


Fig1～4. 四元體稻花粉母細胞 Diakinesis 之細胞核。

1. 7Ⅳ+10Ⅱ (0521×R1)　2. 7Ⅳ+2Ⅲ+7Ⅱ, nucleolar chromosome-1Ⅳ(0521×R1)

3. 10Ⅳ+4Ⅱ, nucleolar chromosome-1Ⅳ, (L647 5-12-8)　4. 4Ⅳ+15Ⅱ+2I (J563×P221)

Fig5～8. 四元體稻花粉母細胞第一中期 (Polar View) 之染色體形狀。

5. 6Ⅳ+12Ⅱ (L647×J415)　6. 7Ⅳ+1Ⅲ+8Ⅱ+1I (L647 2-12-8)　7. 9Ⅳ+5Ⅱ+2I (L647 2-12-8)

8. 6Ⅳ+1Ⅲ+10Ⅱ+1I (J108×Q325) Ca×2100

(註) IV=qurdrivalent, III=t:ivalent, II=bivalent. I=univalent.

第4表 (a) Diakinesis及 Metaphase 之四價染色體數。

四價數 / Stage / 四元體品種	Diakinesis 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	觀察數	1st Metaphase 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	觀察數
L647 2-12-8-1					1	6	18	18	7	8	3		61		1	1	4	6	13	20	20	11	5	3		84
O521 1d-2-8-5-1					2	3	3	11	1	4			24			1		4	8	6	8	4	7			38
U244 2c-1								9	20	7	1		37													
T130 1b-1-1-1									1				1				1	2	3	4	2	2	1			15
P414 4a-4-12							3	3	4	2			12						2							2
J563 5-2-7							2	3	8	6			19													
J563 5-3-2								2	7	6	3		18							1	1	1	3	1		7
J563 5-3-3							7	7	9	6	1		30							4	1		2	1		8
合計					3	9	33	53	57	39	8		202		1	2	5	12	26	35	32	13	18	5		154

第4表(b)

四價數 / Stage / 品種間 F_1 雜種	Diakinesis 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	觀察數	1st Metaphase 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	觀察數
O521×R1			2	1	6	10	18	19	9				65				2	6	5	11	7	2				33
J563×P221				1	2	8	4	3	1				19					1	1	1	1					4
J108×P419					2	5	2	4	1				14			1	6	4	9	7	3	1				31
L647×J415															2	1	1	7	10	12	9	2	1			45
J108×Q325 10-1F_3				2	9	8	21	26	8				74	1	1		3	6	11	5	9	1				37
J108×Q325 23-1F_3														1		3		2	7	4	2	1				20
J108×Q325 12-1F_3				1	1	3	1	4	1				11		2		2	3	2	3						12
合計			2	5	20	34	46	56	20				183	2	5	5	14	29	45	43	31	7	1			182

由第四表可知，依系統之不同其四價接合之趨勢亦稍有變異，且可認出四元體雜種之四價接合較同源四元體爲少。

於肥厚期，第一中期及第一終期常可認出單價染色體。茲將第一中期及第一終期之單價染色體數目之變異示於第五表。

第5表　第一中期及第一終期之單價染色體數。

Stage / 單價數 / 四元體品種	1st Metaphase(Polar view)							1st Mataphase(Side view)							Ist Anaphase (Side view)					
	0	1	2	3	4	5	觀察數	0	1	2	3	4	5	觀察數	0	1	2	3	4	觀察數
L647 2-12-3-1	65	5	12		1	1	84	86	16	6	4	1		113	53	19	4	4		80
O521 1d-2-8-5-1	35	1	1		1		38	2	3					5	7	3	1			11
U244 2c-1	0						0	42	2					44	15					15
P414 4a-4-12	2						2	5	2					7						0
T130 1b-1-1-1	11	1	2	1			15	32	9	2				43						0
J563 5-3-3	6		1		1		8	13	5	1	1			20	6	1				7
合計	119	7	16	1	3	1	147	180	37	9	5	1		232	81	23	5	4		113
平均							40%							32%						39%
品種間 F_1 雜種																				
L647×J415	36	2	5	2			45	23	2					25						
O521×R1	29	1	2	1			33							0	1	1		1		3
J563×P221	2		1	1			4	119	13	1				133	43	2	1			46
J108×P419	29	1	1				31	179	22	8	1	1		211	49	7	2	1		59
J108×Q325	57	6	2	4			69	103	36	9	3	1		152	122	11	2	5		140
合計	153	10	11	8			182	424	73	18	4	2		521	215	21	5	7		248
平均							30%							25%						21%

由第五表可知，於一個細胞內出現一個單價染色體之頻度爲 20~40%。換言之，某染色體失敗於四價接合而成爲 1Ⅲ+1Ⅰ之頻度爲其1/12約爲 2%~4% 之間，且可認出雜種的單價染色體有較少之傾向。

就一般而言，四價染色體及單價染色體少而二價染色體多，則其染色體之分離可能接近正常，而其結實率亦可稍爲提高，如第一表所示，雜種之結實率較各同源四元體高，此種原因之一部分也許基於此種機構所致。

仁染色體在大部分之情形下係一個四價或兩個二價，但有時可認出少數之兩個四價等。據觀察之結果，F_1雜種的四價染色體數目較同源四元體稍少而二價仁染色體則稍多。

(3) 二次接合 (Secondary pairing)

於第一中期，二價及四價染色體之間，通常可以認出二次接合之現象。一般而言，四價染色體間之二次接合不太明顯之情形較多，但在二價染色體之間，却可認出比普通二元體之二價間更强之二次接合。因此對於成一塊之染色體是否爲一個眞正的四價，或係行二次接合之兩個二價，有時甚難於判斷。

二次接合之原因可能係第一中期前之 Prometaphase (或第二中期前之Interkinesis) 之所有染色體互相接近，此時相互間富有親和性 (Affinity) 的染色體更接近，而將此種狀態保持至中期所致。

據酒井氏及 Nandi 氏之研究，二元體稻最高的二次接合數爲 $2\times3+3\times2$，因此假如在四元體稻可以形成十二個四價染色體時，其間可能期待的最高二次接合數亦應爲 $2\times3+3\times2$。另方面於四元體稻形成二價染色體之情形亦甚多。此時兩個二價染色體間，因互相相同之故，具有高度之親和性，以使其行密切的二次接合。

茲將此種相同二價染色體 (Homologus bivalent chromosome) 間之二次接合頻度述於後。在一個細胞內假如有 2a 之二價染色體存在時，此等間最高有 a 次二次接合的可能。故對於各細胞實際上所認出的次數 X〔三個二價行二次接合時，其中之兩個係相同間的接合，而其他一個則由於二次相同性(Secondary Homology) 而行接合者。故將此兩者區別之。〕與 a 之比率（x/n) 藉以表示二次接合之頻度。今將各系統之相同二價染色體間之二次接合頻度示於第六表。

第6表 相同 (Homo) 二價染色體之接合頻度

Strains / 四元體品種	0	0.25	0.5	0.75	1	合計 (n)	頻度 (x/n)	平均頻度
		1/7 1/6 1/5 2/9 1/4 2/7 1/3	3/8 2/5 3/7 1/2 6/11 4/9 5/9 4/7 3/5	5/8 2/3 7/10 5/7 3/4 4/5 5/6 6/7				
L 647 2-8-12-1	12	18	30	8	2	70	0.392	
O 521 ld 2-8-5-1	5	7	16	7	1	36	0.472	
T 130 1b-1-1-1	2	3	7	2		14	0.185	
P 414 4a-4-12		1		1		2	0.50	
J 563 5-3-2	2	2	2		1	7	0.357	
J 563 5-3-3	2		4		1	7	0.428	
合計							2.334	38.9%
品種間 F_1 雜種								
L 647 ×J 415	9	9	13	6	1	38	0.401	
O 521 ×R 1	4	7	7	9		27	0.327	
J 108 ×P 419	2	9	15	3		29	0.413	
J 108 ×Q 325 10-1 F_3	5	12	15	1		33	0.337	
J 108 ×Q 325 23-1 F_3	2	4	11	1	1	19	0.173	
J 108 ×Q 325 12-1 F_3	4	1	4	1		10	0.120	
合計							1.771	29.5%

由第六表可知此種頻變在系統間並無顯著之差異，而平均頻度略爲38.9%之二價染色體與其相同染色體行二次接合。且可知F_1雜種之相同二價間之二次接合數較同源四元體之二次接合數稍少。

非相同二價染色體 (Non-homologus bivalent chromosome) 間之二次接合（相當於二元體之二次接合），因二價染色體數目時常變化，而其可能的最高接合數亦隨之不同。因此甚難於由觀察結果求非相同間的二價染色體二次接合之正確頻度。非相同間之二次接合似乎受相同間二次接合之妨碍。

四價染色體間之二次接合亦與二價染色同樣，因其數目之變化而其可能的最高接合數亦不同，因此求四價二次接合發生之頻度極爲困難。今將四價染色體之二次接合觀察結果示於第七表。

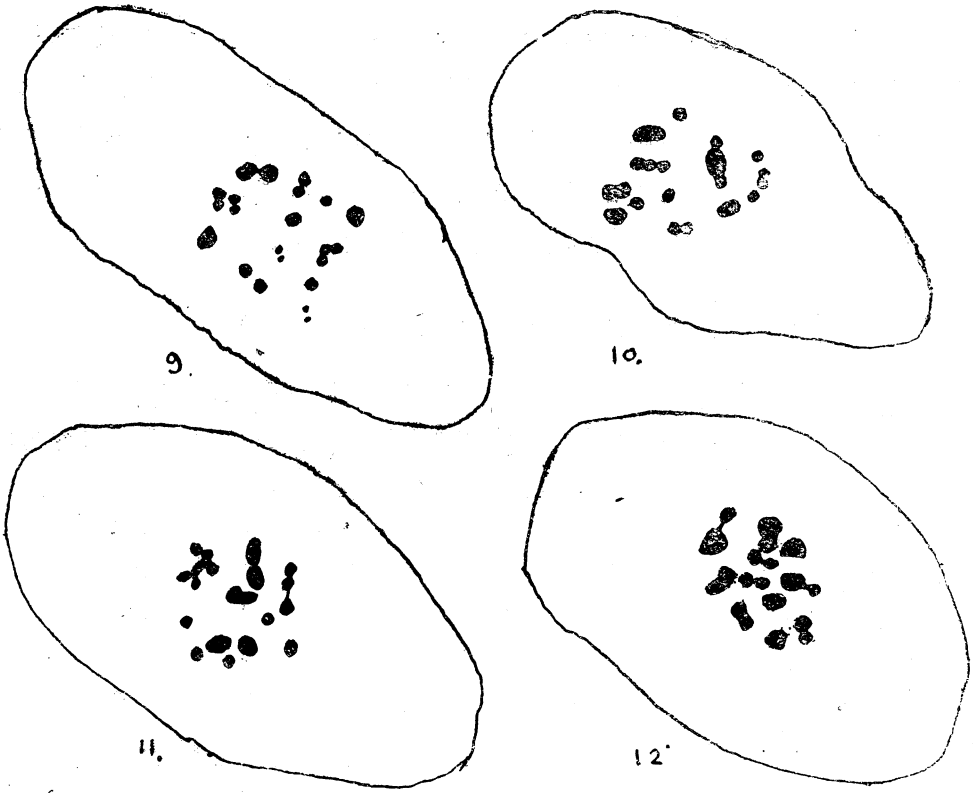


Fig. 9～12 四元體稻花粉母細胞減數分裂之第一中期，表示二次接合。

9. 4Ⅳ + 14Ⅱ + 4Ⅰ (J108×P419)
$(_1\times_2)$ $(_1\times_3+_3\times_2)$

10. 5Ⅳ + 14Ⅱ (J108×Q325)
1$(_2$Ⅱ$+_1$Ⅳ$)$ $(_1\times_3+_2\times_2)$

11. 5Ⅳ + 14Ⅱ (J563×P221)
$(_1\times_2)$ $(_1\times_6+_1\times_3)$

12. 8Ⅳ + 8Ⅱ (L 647 2—12—8)
2×$(_1$Ⅳ$+_1$Ⅱ$)(_3\times_2)$

（註）（1×2）表示兩個染色體行接合者有一組，(2×3) 表示三個染色體行接合者有二組。Ca×1100

第 7 表　四價染色體之二次接合數

品種 / 接合數 / 四價數	L 647 2—12—8—1						O 521 1d 2—8—5—1						T 130 1b—1—1—1					
	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
1																		
2	1																	
3	1							1										
4	4												1					
5	5	1					1	3					2	1				
6	7	2	4				4	4					2	1				
7	8	6	3	2			3	1	1				1	2				
8	3	6	5	3	3		3	4	1				1	1				
9	1		6	3	1		2		1		1			1	1			
10	1	2	1	1				5	1	2						1		
11	2			1	1													
12																		

雜種 接合數 四價數	L 647 × J 415						O 521 × R1						J 108 × P 419					
	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
1																		
2	2																	
3	1												1					
4	1						2						4	2				
5	6	1					2	4						3	1			
6	7	2	1				4	1					5	3	1			
7	8	3	1				6	3	1				1	3	3			
8	5		3				5	2		1			2		1			
9				3				1		1			1					
10				1														
11																		
12																		

雜種 接合數 四價數	J108×Q325 10—1 F_3						J108×Q325 23—1 F_3						合計						總計
	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	
1	1						1						2						2
2	1												4						4
3							3						6	1					7
4	3												15	2					17
5	6						1	1					23	14	1				33
6	2	8	1				2	3	2				33	24	9				66
7	3		2				2	1		1			32	19	11	3			65
8	3	5	1					1	1				22	19	12	4	3		60
9			1				1						5	2	9	7	2		25
10													1	7	2	5			15
11													2			1	1		4
12																			0
總計													145	88	44	20	6		303

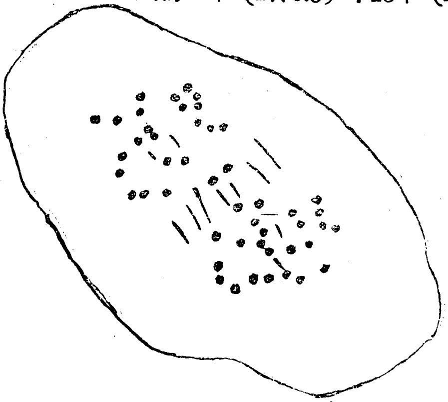
(4) 染色體之分離

第一終期 (Ist Anaphase) 之四價染色體，普通均分爲四個相同染色體。此時染色體成双而甚規則地向兩極分離 (Disjunction) 者較多。分離後之兩個相同染色體，如二次接合，互相接近，或互相連結而呈繭形者較多。大部分的分離在數目上爲正常，但在某種情形下偶而可發現不均等分離之現象。其單價染色體常變爲 Lagging chromosome 而在第一終期行縱裂者似乎甚多。各系統之正常及異常染色體分離之頻度示於第八表。

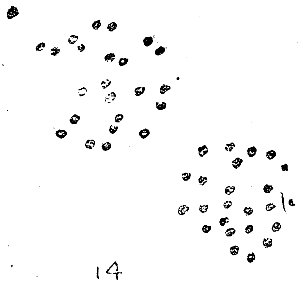
第8表　染色體之分離型

品　　種	Anaphase I		Anaphase II		觀察數
	24 : 24	25 : 23	24 : 24	25 : 23	
L 647 2-12-8-1	9	1			10
P 414　4a-4-12	1				1
L 647×J 415	3				3
O 521×R 1	5				5
J 563×P 221	1				1
J 108×P 419	1	1			2
J 108×Q 325 10−1 F_3	22		2		24
合　　計	42	2	2		46

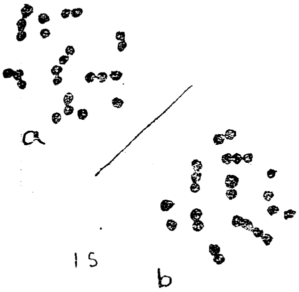
由第8表可知，46個細胞中44個行24：24之均等分離，但25：23之分離型亦有兩例。此外亦曾發現單價染色體先行縱裂而成爲23+（2×0.5）：23+（2×0.5）之分離型者。



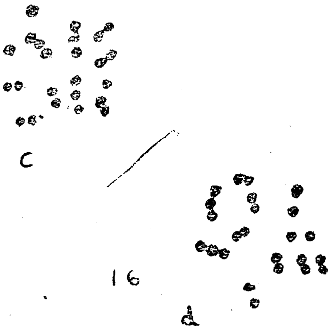
13



14



15



16

17

Fig. 13. 14. 四元體稻花粉母細胞減數分裂之第一終期，表示 24:24 之均等分離。13. (J108×Q325) 14 (T130 1b-1-1-1) Fig. 15. 16 第二中期之 Polar View 表示顯著的二次接合。15a. 24(1×4+3×3+3×2) (J108×P419) b. 24 (1×4+2×3+4×2) (J108×P419)。16. c. 24 (2×3+6×2) d. 24 (2×3+6×2) (L647 2-12-8) Fig. 17. 第二終期表示 24:24 之均等分離。

Ca. ×2100

四、討　　論

據上述之觀察結果，可認爲水稻四元體於減數分裂中之一般傾向爲四個相同染色體或形成四價染色體，或作爲兩個二價染色體，而四價之平均槪在 7～10之間。此與森永及福島 (6) (1937) 兩氏之觀察結果大致相同。在同源四元體之間，依其原品種之不同而其四價接合之頻度亦不同，及F_1雜種之多價接合數較同源四元體爲少之點，在本研究中尤需注意。

在本實驗中並未發現因固定季節之不同而現出接合狀態之差異，所以此種系統間接合頻度之差異也許非單由於環境條件之差異而起者。同源四元體品種較此等間之F_1雜種，其四價染色體多而二價少一事，或許兩者之間存有某種可減低染色體相同性之差異所致。向來遺傳型 (Genotype) 影響於染色體行動之種種例子已爲人明瞭 (註1) 。由此而觀，於四元體稻品種間所能認出之四價染色體數變異之原因可推想爲因種種遺傳子之差異，由某種機構之影響所致。

本研究所用四元體雜種之双親係具有顯著遺傳差異之品種，因此在兩者之相同染色體間亦不難推想爲應具有若干之差異。此種四元體原來之二元體品種間雜種雖表示顯著之雜種不稔性但其染色體接合完全正常。雜種之染色體被加倍而變爲四元體雜種時，四個染色體之中兩個係來自一親本，其他兩個則來自其他親本，由此點而觀，可以推想爲 Autosyndesis 或許較容易發生。此種現象可在種種之種間雜種 (Interspecific hybrid) 認出，而稱之爲特異親和性(Differential affinity) (註2) 。在水稻品種間之四元體雜種，假如亦由於極微弱之 Differential affinity 而促進其發生 Autosyndesis 時，雜種之四價染色體較同源四元體爲少之點，也許較其他說明法更容易說明。

稻品種在系統發生的分化上可分爲所謂日本型及印度型（大陸型及島型，岡1950）之兩類。在此兩者之間可認出種種性質之差異，同時其間之雜種遺傳行動亦甚複雜，因此對於兩者間存有多數複雜的遺傳因子差異之點，亦可明瞭。但在兩者間有否染色體構造的差異 (Structural difference) 存在之點，至今尚未得到任何直接的根據。對此點之唯一事實爲已被認爲依品種不同，而其染色體形成核仁之能力亦不同，僅能基於此點而指出染色體性質之差異而已（岡(9) 1944, Selim，酒井1935）。但如上述之考察，稻品種間之染色體接合，假如有少許 Differential Affinity 存在時，品種間應具有可影響染色體相同性之差異。此在稻之遺傳學的研究上爲最重要之問題。上述之考察是否正確，關於此點今後尚需反復觀察，且需調查雜種後代之適當形質之分離 (Segregation),以作遺傳學上之研究。

第9表　Diakinesis 及 Ist Metaphase之四價染色體平均數

染色體總數	23	22	21	20	19	13	17	16	15	14	13	12	觀察細胞數	四價平均數
四價染色體數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
四元體品種 Diakinesis					3	9	33	53	57	39	8		202	8.49
四元體品種 Metaphase		1	2	5	12	26	35	32	18	18	5		154	7.415
合計		1	2	5	15	35	68	85	75	57	13		356	8.025
品種間 F_1 雜種 Diakinesis			2	5	20	34	46	56	20				183	6.994
品種間 F_1 雜種 Metaphase	2	5	5	14	29	45	43	31	7	1			182	6.153
合計	2	5	7	19	49	79	89	87	27	1			365	6.57

(註1) 例如在 Zea 或 Secale 已爲人明瞭，其可引起異常接合之 Mendelian factor (Randlph 1928, Lamm 1936), 且依染色體收縮之程度，其大小亦可受遺傳子之作用 (Darlington, Recent Advances in cytology P.53～63)

(註2) 例如：Primura Vertillata 與 Primura flolibunda 間之二元體雜種可行二次接合。其四元體因其双親之染色體行 autosyndesis 之故，四價染色體較少(Crepis, Hollingshead 1930; Rumex,Ono. 1928)。

如於第一表所示，一般可認爲四元體雜種之結實率較同源四元體爲高，察其原因或許因四元體雜種較同源四元體形成較多之二價染色體，以使其在減數分裂後期（Anaphase）之分離變爲正常所致。就一般而言，生育貧弱之四元體其結實率亦甚低。在四元體F_1雜種普通可認出顯著之雜種優勢，因此F_1雜種結實率之提高，可能由於雜種優勢之緣故。同源四元體之結實率甚低之現象，可能非單由於減數分裂中染色體行動之異常所致，而可推想爲因染色體加倍而減低其生活力之緣故。

五、摘　　要

1. 本研究係觀察岡彥一教授所蒐集自東亞各地之品種，經秋水仙精處理後，所育成的同源四元體及由於其間之交配而育成的異源四元體花粉母細胞之染色體之接合型，二次接合及染色體之分離等。

2. 四個相同染色體多形成四價染色體或兩個二價染色體，而所觀察的各種接合型中以9IV+6II、8IV+8II、7IV+10II等爲較多。

3. 四價染色體之數目隨同源四元體之品種而不同，且一般可認爲四元體雜種之四價染色體數較同源四元體稍少。

4. 於中期及後期，一細胞內所能認出的單價染色體發現之平均頻度爲20%～40%，而F_1雜種較同源四元體有稍少的傾向。

5. 四價染色體間之二次接合，一般不甚顯明之情形較多，但在二價染色體間可認出較二元體更强的二次接合。相同二價染色體（Homologus bivalent）之二次接合頻度，雜種較同源四元體略少。

6. 終期之染色體分離概爲正常，而在普通之情形下大部分行均等分離。

六、参考文獻

1. 飯島衞，1940～1946，染色體の構造、遺傳學，細胞學文献綜說，P.97～106。

2. Jones. T. W. and Longley A. E. 1941. Sterility and aberent chromosome number in Caloro and other varieties of rice. Jour. Res. 62(7) 381～399。

3. 木原均，長尾正人，1933、禾穀類の細胞遺傳學、遺傳，育種叢書第一輯、P.6～574。

4. 木原均，長尾正人，細野重雄共著，1936、植物染色體數の研究。

5. 盛水俊太郎，1939，稻の細胞遺傳學、植物及動物 Vol. No.1 P.196.

6. Morinaga T. and Fukushima E, 1937. Cytogenetical studies on Oryza sativa L.III. Spontaneous autotetraploid mutants in Oryza sativa L. Cytological observations Jour. of Bot. Vol. IX P.79～94。

7. 長尾正人，1936、稻の遺傳と育種、遺傳育種學叢書第九輯，P.135～139

8. Nandi H. K. 1936 The chromosome morphology secondary association and origin of cultivated rice Jour. Gen. 33 P.315～336。

9. 岡彥一，1944，稻の品種間に於ける仁の數に關する變異に就て、熱帶農學會誌 16 (2) 79～90。

10. 佐藤重平，1937、植物に於ける仁染色體の最近の研究。植物及動物 Vol. 5. No.4 P.817～824, Vol.5 No.5.P.991～894。

11. Selim. A. G. 1930 A cytological study of oryza sativa L. Cytologia 2,1～26

12. 田中信德，1940～1946、植物の細胞遺傳學、遺傳學細胞學文献綜總P.55～83。

13. 湯淺明，1943，おぼがき細胞學、植物及動物 Vol. 11 No. 1. P.1?2～104 Vol. 11 No.3 P.282～284。

STUDIES ON THE BEHAVIOR OF CHROMOSOMES IN TETRAPLOID RICE PLANT

—A preliminary report—

By

S. C. Hsheh

Summary

1. The present paper deals with the behavior of chromosomes in the pollen mother cells of artificially induced tetraploid rice plant, with special reference to the differences between strains induced from different varieties and the hybrids of those strains.

2. Qurdrivalents and bivalents were found predominantly besides few univalents and trivalents. Generally speaking, such types of pairing as 9IV+6II、8IV+8II、7IV+10II were found most frequently at diakinesis or metaphase.

3. The number of qurdrivalent chromosomes was different with strains and was generally larger in auto-tetraploid strains than in their hybrids.

4. At the first metaphase and anaphase, the number of univalent chromosomes in the hybrid plants was lower than in the auto-tetraploid strains.

5. Intimate secondary pairing was found between two homologus bivalents, and the frequency of secondary pairing in the auto-tetraploid strains was lower than in the hybrids.

6. Normal disjunction of chromosomes was found in first anaphase in a majority of cases.

7. From the results mentioned above, it seems that there may be a slight differential affinity among the chromosomes of different varieties.